

2 音法を利用した オーディオ測定

(1) リサージュによる観測

激音や計測手法の工夫でどうアプローチするか、訳知りの先達というより、手探りで、迷い道でも実証に実証を重ねて提示していきたいと考えています。

提示の内容はやはり波形中心です。ゴチャゴチャした波形のどこがどう人の感動を引き起こす“きっかけ”になっているか、瞬時の波形そのものもありましょうし、エンベロープに意味が生ずる場合にも注目していきたいと思っています。

これから登場する主役の2音につき、呼称記号を決めておきます。5月号第4図と同じものですが、2音をまとめて1信号とした場合、その繰り返し時間が抜けていました。これをTrとします。

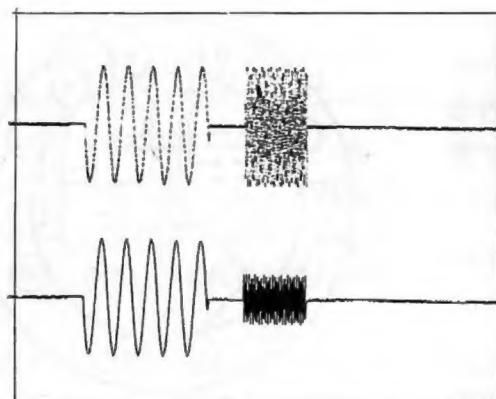
5月号ではスイッチの接触問題よ

り2音法での聴感実験に多くのページを割いてしまい、今月の前宣伝的内容になってしまいました。ミスプリントがありましたので、訂正しておきます。写真Aの波形(エンベロープ)が左右逆になっています。正しくは通常の立ち上がり、立ち下がりパターンと同じです。ついであるが写真Cの説明文中“進行波の動きを示す”は“進行波の動きを体感できる”実験装置と改めます。ベケシー教授は、来客があると、いつもこれに腕をのせてもらっては体感実験をして納得させていました。

実験：「f 特をみる」

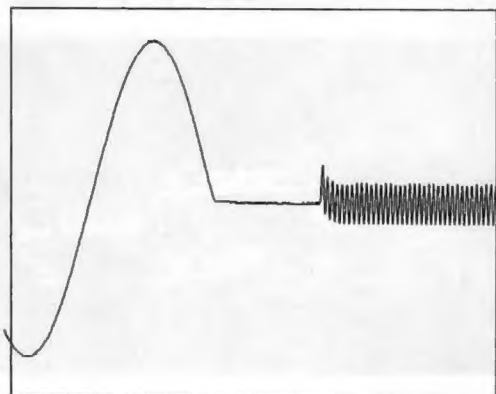
実験の最初は、2音法を使ったf特の実験です。2音法は、1 kHz(基準、固定)と10 kHz(変化、高域測定

いつも述べていることですが、この散歩道は最終結果の発表というより、そこに至る実験過程の発表を主に心がけています。計測、測定のおもしろさ、見えないものが見えてくる……。そんな楽しさや期待をもって稿を進めていく考えです。MFBの実験もなつかしい思い出の1つです。オーディオの感覚の世界へ、刺



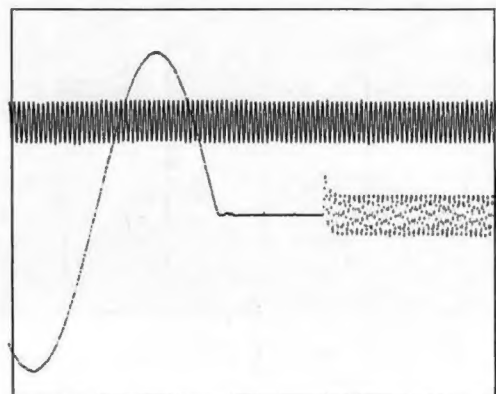
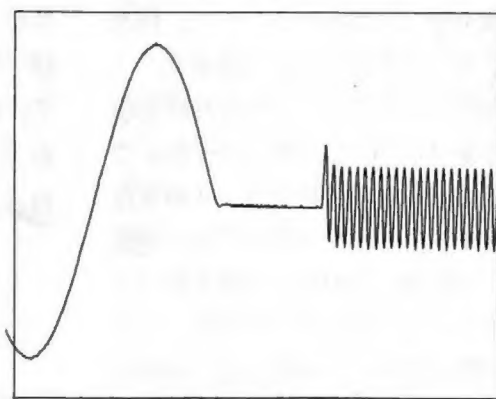
◀第1図▶
1 kHzと10 kHzの
パースト波 デジタル・オシロ使用

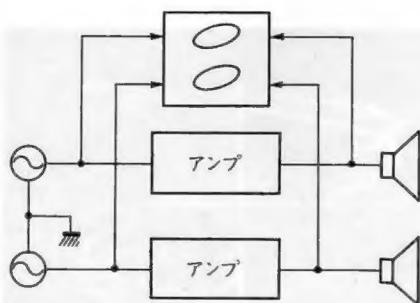
◀第2図▶
1 kHzと30 kHzの
パースト波



◀第3図A▶
1 kHzと50 kHzの
パースト波

◀第3図B▶
1 kHz+50 kHzパースト波と50 kHz連続波





〈第9図〉独立2ビーム・オシロでは位相の観察も容易にできる

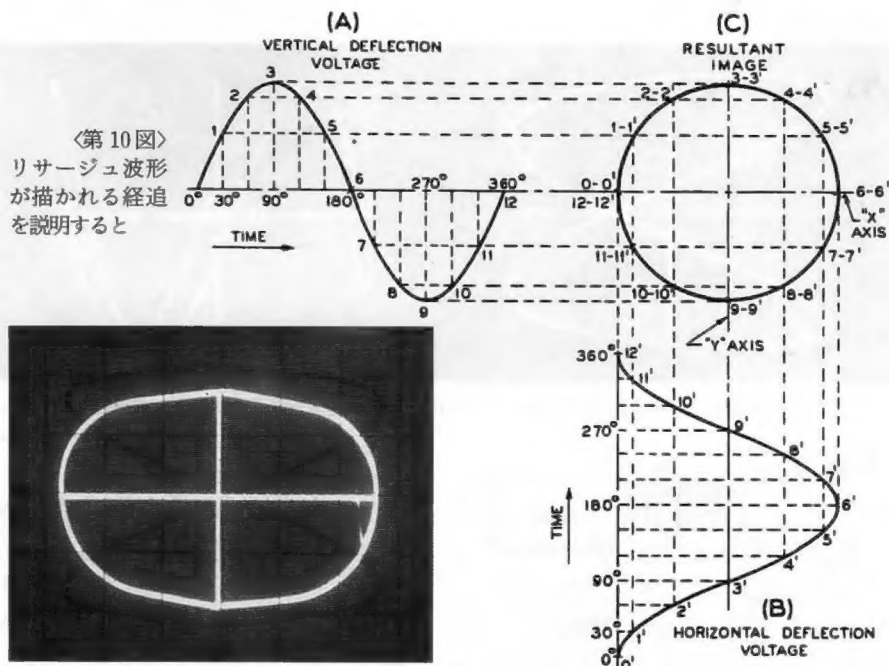
ラウン管胴体に出ています。

これで2現象化は完璧かと思いきや、一難去ってまた一難、2現象の時間的比較をしようとするとき、両スポットがピッタリ合っていないようなことが起こります。この点1ビーム方式に軍配が上がりますが、2ビーム方式も負けてはいません。完全独立、XY系の活用で独壇場が開けます。オーディオにとって隠れた主役(?)である位相特性、これが自由に計測できることです。

この応用として、ステレオLR間の位相関係とその変化を見ることができます。ステレオ入力L、Rと出力L、Rのリサージュ・パターンを比較しようというわけです。

独立スイープ2系統が同一スクリーン上に表わせることは観察の自由度を増すことになります。エンベロープとその中の1点の拡大スイープ、これは観察だけでなく実現できますが、写真記録となると、スイープ時間の違いは波形の輝度に直接関係します。完全独立2ビーム方式ではその輝度も別個に調節できますから、たいへん便利です。

第9図に図解しますが、同一スクリーンであることから、ポジション・コントロールで重ね合わせての比較もできます。音楽で連続してリサージュを描かせていると、時々刻々、つぎつぎに変化していくパターンに追従していくのがやっとな、ある瞬時の比較を行うことはできま



〈写真B〉第10図の実際の波形。垂直軸の振幅が小さいので偏平になっている

せん。そこで、ここぞと思うところをデジタル・オシロに取り込むことをします。取り込む時間をデジタル・オシロのスweep時間 $T_x/\text{div.}$ で決めます。デジタル・オシロにとりこんだ信号(2系統)は波形表示にしたり、リサージュにしたりできます。

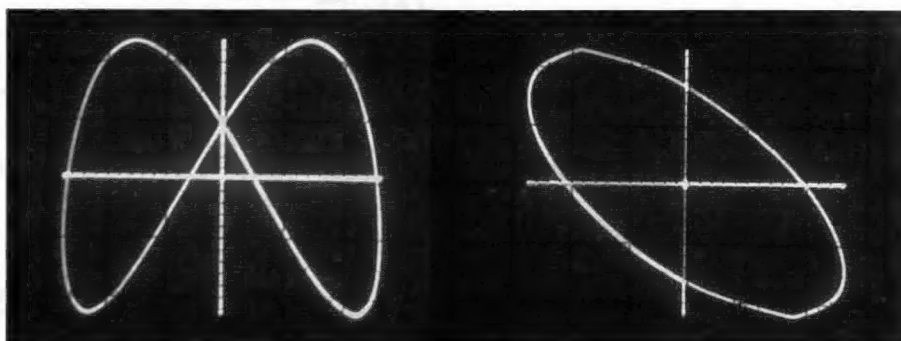
完全2ビーム4組偏向電極を少し簡単(合理化?)したものに、2ビーム3組偏向電極構造のブラウン管もあります。これは時間軸偏向1組を、垂直2ビームに関して両ビームに共通に使うというものです。

リサージュ・パターンとその見かた

ここでリサージュ・パターンがどうしてできるか、復習しておきま

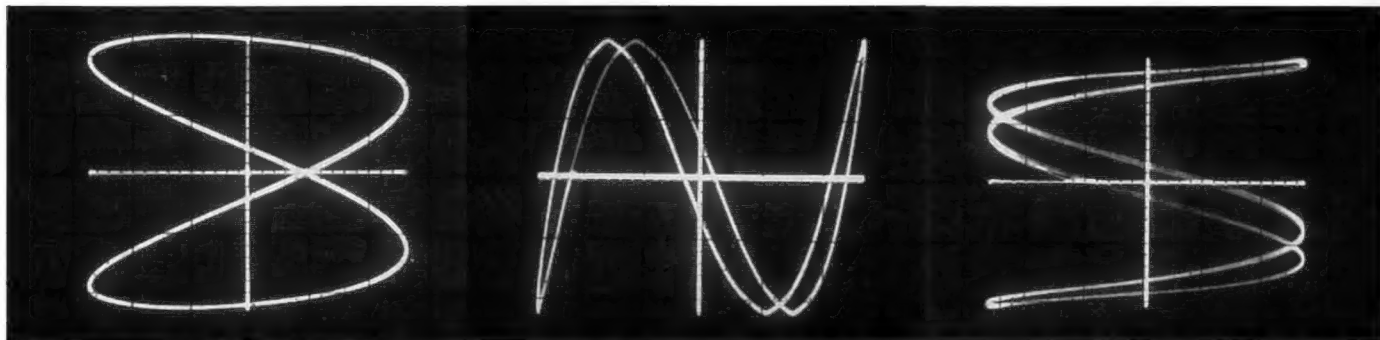
よう。リサージュ・パターン(以下LJP)は、図形としてみれば2つの時間軸波形をX、Y平面に展開したのですが(第10図)、このままでは時間情報は失われてしまいます。「このままでは」とことわったのは、アナログ・オシロを使えば、後で述べるZ軸の活用で時間の進行を見ることができるからです。

第10図に戻りましょう。(A)の2つの波形は90度位相が違っています。これをLJPにしてみましょう。2つの波形の1つを垂直軸へ、他を水平軸へ加えます。水平、垂直入力に加えられる波形の各時点に番号とダッシュつき番号を付けます。時刻0時点から時間の経過に従って交点1-1', 2-2'……を作っていきます。つまり、水平波形は1を右へ、垂直波形は1'を上へ延ばし交点を得るの



〈写真C〉 $f_1=2 \times f_2$ のとき

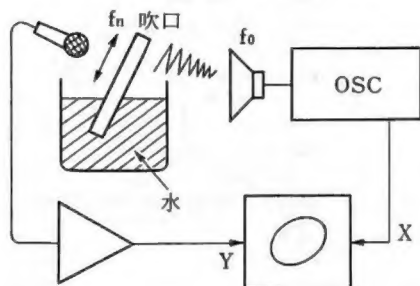
〈写真D〉2波形の位相差135°のとき



《写真 E》垂直/水平が1:2のとき

《写真 F》垂直/水平が3:1のとき

《写真 G》垂直/水平が1:3のとき

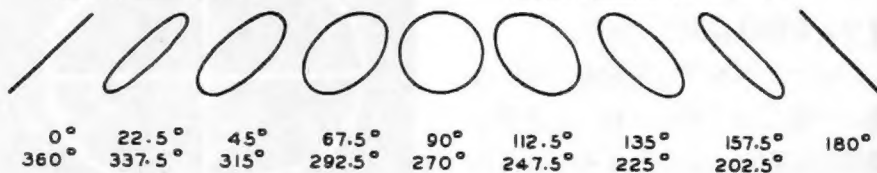


《第12図》子供たちに笛の音の高さを確かめさせる実験

です。1-1', 2-2', 3-3'をつないでいくと、90度のパターンができます。

これを実際のオシロの画面で作った見たものが写真Bです。

同じく2つの信号の波長数が違っている場合のLJPを作ってみましょう。f1=2×f2の場合、第10図と同様に記号を追跡してみてください。写真Cに実際を示します。



《第13図》2つの波形の位相差とリサージュ波形

第10図は周波数は同じで、2信号(系の入出力等)の位相変化を知りたいとき、写真Cは2信号の周波数比を知りたい時に使います。

第10図の応用として、他の位相差のLJPを写真Dに、写真Cの応用で1/2倍、3倍、1/3倍を写真E、F、Gに示しておきます。周波数比でf1, f2が入れ替わると、パターンが90度回ったものになることも理解できると思います。したがって、f1, f2が近づくと、LJPは複雑になってきます。

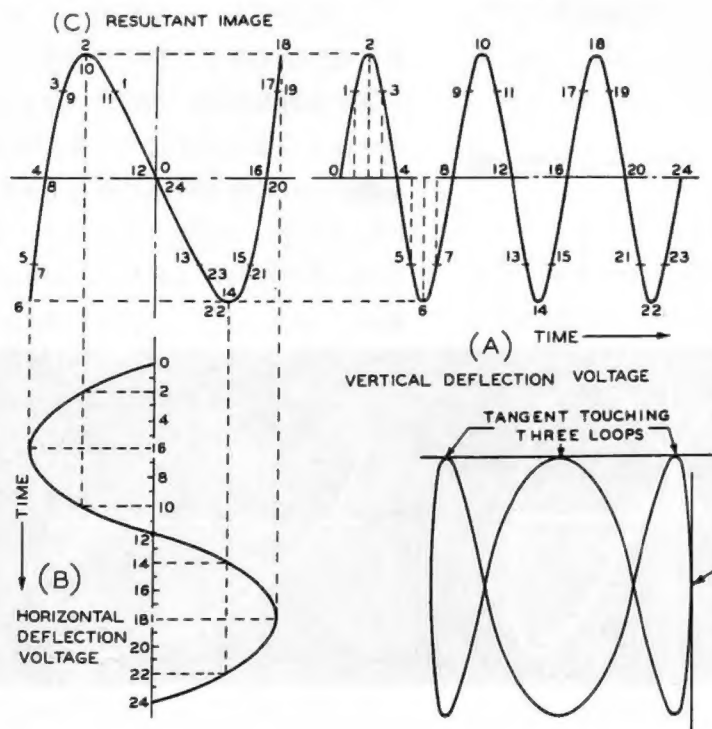
LJPの定量的扱い

(a) LJPによる周波数比の求めかた：LJPを静止画として見たとき、水平、垂直での波形ピークの数数えることで判明します。ただし、f1, f2が第11図(A)と(B)の場合、その比は同じでも時間ずれの状態が違うと、図としてはC(D)のように一見違ったものに見えてしまいます(参考文献*)。しかも、このパターンをオン・ラインで(オシロ面上)認識するには、少なくとも1秒程度は静止画的になっていないといけません。1 kHz付近では1000回程程度の安定した重なりが必要です。

筆者が実用に使った例を紹介しましょう。第12図は“お化け笛”と称して、手作りの笛の音程合わせに活用したものです。音色の違う2音の高さを感覚的に覚える以前の子供たちに、このLJPを見せながら笛を水に沈める程度を決め、筒に目盛りをつけるのに使いました。

(b) 位相差の読みとり：水平、垂直2波形の位相差をLJPから読みとる図的方法は多くの文献に出ていますから、第13図に代表例を掲げて置くに止めます。

●参考文献：ENCYCLOPEDIA ON CATHOD-RAY OSCILLOSCOPES



《第11図》周波数比が同じでも位相がちがうと下の図のように波形はちがってくる